

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050289

International filing date: 24 January 2005 (24.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 005 730.3

Filing date: 05 February 2004 (05.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 18 February 2005 (18.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

07.02.2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 10 2004 005 730.3**Anmeldetag:** 05. Februar 2004**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE**Bezeichnung:** Verfahren zur Konfiguration eines Computerprogramms**IPC:** G 06 F 9/445

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Januar 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Stempelnumm.  
888888

5 20.01.2004 WRZ/AKR/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Verfahren zur Konfiguration eines Computerprogramms

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konfiguration eines mindestens eine Funktionseinheit umfassenden Computerprogramms.

15

Die Erfindung betrifft auch ein Softwaresystem zur Konfiguration eines mindestens eine Funktionseinheit umfassenden Computerprogramms.

20 Stand der Technik

Moderne Computerprogramme werden überwiegend so programmiert, dass sie in einem möglichst breiten Anwendungsbereich einsetzbar sind. Der Anwendungsbereich wird einerseits durch die zur Verfügung gestellten Funktionalitäten, die wiederum möglichst viele Benutzerwünsche abdecken sollen, und andererseits durch die zugrunde liegende Hardware, auf der das Computerprogramm ablaufen soll, bestimmt. Die zugrunde liegende Hardware bezeichnet hierbei unterschiedliche Computersysteme, die in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden, aus unterschiedlichen Komponenten (beispielsweise Prozessoren oder Bussystemen) aufgebaut sind und/oder über unterschiedliche Peripheriegeräte verfügen.

35

Unterschiedliche Funktionalitäten können sich aus unterschiedlichen Gegebenheiten der zugrunde liegenden

Hardware ergeben oder aus unterschiedlichen Benutzerwünschen. Eine Anpassung und damit eine Spezialisierung eines Computerprogramms an eine zugrunde liegende Hardware und an bestimmte Benutzerwünsche umfasst 5 eine sogenannte Konfiguration des Computerprogramms.

Eine Konfiguration umfasst beispielsweise das Aktivieren oder Deaktivieren einzelner Funktionen des Computerprogramms, das Setzen von Startwerten für bestimmte 10 Variablen oder das Vorgeben und Spezifizieren bestimmter Variablentypen.

Es ist bekannt, die in einem Computerprogramm verwendeten Variablen und Funktionen in einer sogenannten Header-Datei 15 zu deklarieren und eine Konfiguration des Computerprogramms durchzuführen, indem einzelne Variablen oder Funktionsbezeichner in der Header-Datei verändert werden. Beispielsweise ist es möglich, einem in dem Computerprogramm verwendeten und in der Header-Datei 20 deklarierten Funktionsbezeichner in Abhängigkeit von einer bestimmten Konfiguration eine spezielle Funktion zuzuweisen.

Üblicherweise werden Computerprogramme in einer sogenannten Hochsprache, beispielsweise C, C++, Scheme oder JAVA, erstellt. Üblicherweise wird ein in einer Hochsprache erstelltes Computerprogramm als Source-Code bezeichnet. Um ein derartiges Computerprogramm auf einem Computer ausführen zu können, muss aus dem Source-Code ein 25 sogenannter Maschinencode erzeugt werden, der Anweisungen enthält, die von dem Prozessor des Computers ausführbar sind. Maschinencode kann durch sogenanntes Interpretieren oder Kompilieren des Source-Codes erzeugt werden.

35 Typischerweise umfasst ein Computerprogramm eine Vielzahl

von Funktionseinheiten. Der Source-Code einer oder mehrerer Funktionseinheiten ist dabei in einer Datei abgespeichert. Einer oder mehrerer derartiger Dateien ist eine Header-Datei zugeordnet. Somit besteht ein Computerprogramm

5 typischerweise aus einer Vielzahl von Dateien. Eine Konfiguration eines derartigen Computerprogramms, die durch Änderungen innerhalb einzelner Header-Dateien durchgeführt wird, ist deshalb sehr unübersichtlich und kann häufig nur von dem Ersteller des Source-Codes durchgeführt werden.

10 Zudem muss eine Dokumentation aller Header-Dateien erstellt werden, was sehr aufwendig ist, wobei selbst die Dokumentation meist sehr unübersichtlich ist.

Es ist auch bekannt, zur Konfiguration eines 15 Computerprogramms diesem eine spezielle Funktionseinheit zuzuordnen, mittels der eine Konfiguration des gesamten Computerprogramms beispielsweise durch Änderung der Werte von vorgegebenen Parametern möglich ist. Die Funktionseinheit kann beispielsweise aus dem ablaufenden 20 Computerprogramm heraus aufgerufen und zur Konfiguration des Computerprogramms ausgeführt werden. Eine derartige für die Konfiguration des Computerprogramms vorgesehene Funktionseinheit erlaubt jedoch nur eine Konfiguration innerhalb vorgegebener Bereichsgrenzen. Eine Konfiguration 25 des Computerprogramms beispielsweise zur Anpassung des Computerprogramms auf eine neue Hardware oder zur Anpassung des Computerprogramms an neue Benutzerwünsche ist mit einer derartigen Funktionseinheit nicht möglich. Ferner muss die zur Konfiguration verwendete Funktionseinheit speziell für 30 das betreffende Computerprogramm entwickelt werden und kann nicht für andere Computerprogramme verwendet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Möglichkeit zu schaffen, die eine möglichst übersichtliche und flexible 35 Konfiguration eines Computerprogramms erlaubt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, das die folgenden Schritte umfasst:

- 5 - Erstellen mindestens einer implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei und/oder Änderung von in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- 10 - automatischer Aufbau und/oder automatische Aktualisierung von in einem Konfigurationsdatencontainer abgelegten Konfigurationsdaten in Abhängigkeit von den in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- 15 - automatisches Erzeugen mindestens einer implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von den in dem Konfigurationsdatencontainer abgespeicherten Konfigurationsdaten;
- 20 - automatische Konfiguration der mindestens einen Funktionseinheit in Abhängigkeit von in der mindestens einen implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen.

25

#### Vorteile der Erfindung

Die eine Konfiguration bestimmenden Daten werden also unabhängig von einer beabsichtigten konkreten 30 Implementierung in einer oder mehreren implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien abgelegt. Die Implementierungsunabhängigkeit dieser Konfigurationdatei ermöglicht insbesondere eine abstrakte Beschreibung der abgelegten Informationen. Dies ermöglicht 35 es, die für die Konfiguration des Computerprogramms

relevanten Informationen besonders gut lesbar abzulegen und damit die Konfiguration deutlich zu vereinfachen. Dadurch, dass diese Konfigurationdatei implementierungsunabhängig ist, ist es insbesondere möglich, auf einfache Weise eine

5 Konfiguration des Computerprogramms zu realisieren, so dass das Computerprogramm beispielsweise auf einem neuen Computersystem ablauffähig ist, dessen genaue Parameter bei der Erstellung des Computerprogramms noch gar nicht bekannt waren.

10

Der Konfigurationsdatencontainer ermöglicht es, alle für eine Konfiguration relevanten Daten zentral vorzuhalten. Mittels der in dem Konfigurationdatencontainer abgelegten Konfigurationsdaten wird automatisch mindestens eine

15 implementierungsabhängige Konfigurationsdatei erzeugt. In der implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei findet bezüglich der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei eine Konkretisierung einzelner oder mehrere Parameterwerte statt. Bei einer derartigen

20 Konkretisierung werden beispielsweise relative Werte durch absolute Werte ersetzt. Ebenso können einzelnen Werten oder Datenbereichen bestimmte Datentypen oder -strukturen zugeordnet werden. Die implementierungsabhängige Konfigurationsdatei berücksichtigt folglich

25 implementierungsabhängige Eigenschaften, wie beispielsweise eine oder mehrere bei der Programmierung des Source-Codes verwendeten Programmiersprachen oder Eigenschaften der Hardware, auf der das Computerprogramm ablaufen soll.

30 Der Aufbau beziehungsweise die Aktualisierung des Konfigurationsdatencontainers mittels der in den implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien abgelegten Informationen kann beispielsweise mittels sogenannter Scripte durchgeführt werden. Dabei bezeichnet ein Script eine Sequenz von Befehlen, die von einem

speziellen Computerprogramm ausgeführt werden können.

Derartige spezielle Computerprogramme sind beispielsweise AWK oder Perl. Diese speziellen Computerprogramme können auch eingesetzt werden, um aus den in dem

5 Konfigurationsdatencontainer abgelegten Konfigurationsdaten implementierungsabhängige Konfigurationsdateien zu erzeugen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Erfindung ist also die

10 Erkenntnis, dass die Konfiguration eines Computerprogramms entscheidend verbessert werden kann, indem zwischen einen Benutzer (Konfigurator) und dem Computerprogramm eine abstrakte Beschreibung der auszuführenden Konfiguration in der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei

15 vorgesehen ist, die der Konfiguration zugrunde gelegt wird. Anhand der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei wird automatisch eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei erstellt, die dann zur Konfiguration des Computerprogramms herangezogen wird. Das

20 erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es also, die eine Konfiguration beschreibenden Informationen abstrakt und damit besonders gut lesbar anzugeben. Durch die Unabhängigkeit jeglicher Implementierungsdetails wird ferner eine besonders hohe Flexibilität erreicht.

25

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird mindestens eine Abhängigkeitsinformation, die eine Abhängigkeit von mindestens zwei in dem Konfigurationsdatencontainer vorliegenden

30 Konfigurationsdaten beschreibt, automatisch erzeugt. Die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei wird in Abhängigkeit der mindestens einen Abhängigkeitsinformation erzeugt.

Abhängigkeitsinformationen können beispielsweise beschreiben, ob sich die Änderung eines Konfigurationsparameters auf einen anderen Konfigurationsparameter auswirkt. Wird zum Beispiel für 5 eine Funktionseinheit eine Resource ausschließlich reserviert, so steht sie während der Ausführung der Funktionseinheit anderen Funktionseinheiten nicht zur Verfügung. Mit Abhängigkeitsinformationen kann ermittelt werden, welche Funktionseinheiten eine bestimmte Resource benötigen und damit nicht gleichzeitig ablaufen können. 10 Abhängigkeitsinformationen können folglich auch zur Resourcenverwaltung verwendet werden.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden mehrere implementierungsunabhängige Konfigurationsdateien erstellt und jede der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien wird mindesten einer Funktionseinheit zugeordnet. Dies ermöglicht eine besonders einfache Konfiguration dadurch, dass die als Informationen in den 20 implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien abgelegten Konfigurationsparameter besonders einfach aufgefunden und verändert werden können. Beispielsweise ist es möglich, die eine Konfiguration bestimmenden 25 Informationen, also die Konfigurationsparameter, nach der von diesen beeinflussten Funktionalität oder Hardware zu ordnen. Ferner wird dadurch eine besonders einfache Anpassung der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien an neu hinzugekommene Funktionseinheiten ermöglicht. Im einfachsten Fall wird 30 einer neu hinzugekommenen Funktionseinheit eine spezielle implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei zugeordnet.

35 Vorteilhafterweise werden mehrere implementierungsabhängige Konfigurationsdateien erzeugt und es wird jede der implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei mindestens

einer Funktionseinheit zugeordnet. Eine derartige Strukturierung der implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien erhöht die Übersichtlichkeit der erzeugten implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien.

5 Ist der Source-Code derartig strukturiert, dass sich eine oder mehrere Funktionseinheiten in unterschiedlichen Dateien befinden, so kann erreicht werden, dass jeder der Dateien des Source-Codes eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei zugeordnet ist. Eine besonders 10 übersichtliche Strukturierung kann auch dadurch erreicht werden, dass jeder implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei je eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei zugeordnet ist.

15 Vorzugsweise wird die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von mindestens einer Eigenschaft einer Hardware, auf der eine Installation zumindest eines Teils des konfigurierten Computerprogramms ermöglicht werden 20 soll, erzeugt. Eine derartige Hardwareeigenschaft kann beispielsweise die Anzahl von zur Verfügung stehenden Prozessoren oder Art und Anzahl von an die Hardware angeschlossenen Sensoren sein. Werden derartige Hardwareeigenschaften bei der Erzeugung der implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 25 berücksichtigt, so kann eine besonders präzise Konfiguration des Computerprogramms erfolgen. Damit ist es beispielsweise möglich, insbesondere mit Abhängigkeitsinformationen eine hinsichtlich der 30 Ausführungsgeschwindigkeit optimierte Konfiguration automatisch zu erstellen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von dem Ergebnis einer Plausibilitätsprüfung 35

erzeugt. Eine Plausibilitätsprüfung kann beispielsweise die Prüfung umfassen, ob eine von einer Funktionseinheit benötigte Resource überhaupt zur Verfügung steht.

5 Vorzugsweise wird zur Durchführung der Plausibilitätsprüfung die mindestens eine Hardwareeigenschaft verwendet. Dadurch kann der Automatisierungsgrad besonders gut erhöht werden und eine zuverlässige Konfiguration des Computerprogramms erreicht werden. Sieht eine Funktionseinheit beispielsweise eine Erfassung von Messwerten vor, so kann überprüft werden, ob geeignete Sensoren vorhanden sind und ob diese die angeforderte Messgenauigkeit zur Verfügung stellen. In diesem Fall ist es beispielsweise vorstellbar, dass 10 automatisch eine Konfiguration des Sensors durchgeführt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird 20 automatisch eine Dokumentation erstellt. Die Dokumentation beschreibt die innerhalb der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei und/oder der mindestens einen implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen. Derartig 25 automatisch erzeugte Dokumentationen erhöhen die Wartbarkeit des Computerprogramms einerseits und ermöglichen es andererseits besonders einfach, eine durchgeführte Konfiguration nachzuvollziehen. Durch die automatische Erzeugung der Dokumentation ist sichergestellt, dass diese mit der tatsächlichen 30 Konfiguration übereinstimmt. Soll eine neue Konfiguration des Computerprogramms durchgeführt werden, so kann anhand einer derartigen Dokumentation besonders einfach festgestellt werden, welche Parameterwerte geändert werden müssen.

Vorzugsweise wird die mindestens eine implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei in einem XML-basierten Format erstellt. XML (Extensible Markup Language) ist eine standardisierte Metasprache, die es

5 ermöglicht, strukturierte Sprachen zu erzeugen. Ist die mindestens eine implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei in einer XML-konformen, strukturierten Sprache erstellt, so wird eine Konfiguration dadurch erleichtert, dass eine derartige

10 implementierungsunabhängige Konfigurationdatei besonders gut lesbar ist. Ferner ist eine derartige Konfigurationsdatei auch besonders gut maschinenlesbar. Insbesondere existiert eine Vielzahl von teilweise ebenfalls standardisierten Software-Werkzeugen (Tools),

15 mittels derer eine Bearbeitung und Verarbeitung von in einem XML-basierten Format erstellten Dateien möglich ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird in Abhängigkeit von den Konfigurationsdaten automatisch

20 ermittelt, ob eine von dem Computerprogramm umfasste Funktionseinheit von dem Computerprogramm benötigt wird und eine Konfiguration dieser Funktionseinheit nur durchgeführt, falls die Funktionseinheit von dem Computerprogramm benötigt wird. Dies ermöglicht es, eine Konfiguration besonders schnell durchzuführen dadurch, dass nur derartige Funktionseinheiten tatsächlich konfiguriert werden, die bei einer Ausführung des konfigurierten Computerprogramms tatsächlich benötigt werden. Des Weiteren wird dadurch erreicht, dass das konfigurierte

25 Computerprogramm möglichst wenig Speicherplatz in Anspruch nimmt, da beispielsweise eine Übersetzung von Source-Code in Maschinencode nur für derartige Funktionseinheiten veranlasst wird, die tatsächlich angewendet werden sollen.

30

Die Aufgabe wird auch durch ein Softwaresystem der eingangs genannten Art gelöst. Dabei weist das Softwaresystem auf:

- mindestens eine implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei;
- einen Konfigurationsdaten umfassenden Konfigurationsdatencontainer und/oder Mittel zum Erstellen eines Konfigurationsdatencontainers in Abhängigkeit von in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- Mittel zum Ändern und/oder Auslesen von Konfigurationsdaten aus dem Konfigurationsdatencontainer;
- Mittel zum automatischen Erzeugen mindestens einer implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von in dem Konfigurationsdatencontainer abgespeicherten Konfigurationsdaten; und
- Mittel zum automatischen Konfigurieren der mindestens einen Funktionseinheit in Abhängigkeit von in der implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen.

Vorzugsweise weist das Softwaresystem Mittel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf.

Die Realisierung der Erfindung in Form eines Softwaresystems ist hierbei von besonderer Bedeutung. Dabei ist das Softwaresystem auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In diesem Fall wird also die Erfindung durch das Softwaresystem realisiert, so dass das Softwaresystem in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Softwaresystem geeignet ist. Das Softwaresystem ist

vorzugsweise auf einem Speicherelement abgespeichert. Das Speicherelement kann als Random-Access-Memory, Read-Only-Memory oder Flash-Memory ausgebildet sein. Das Speicherelement kann auch als Digital Versatile Disc (DVD),  
5 Compact Disc (CD) oder als Festplatte (Hard Disc) ausgebildet sein.

#### Zeichnungen

10 Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger  
15 Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung beziehungsweise Darstellung in der Beschreibung beziehungsweise in der Zeichnung. Es zeigen:

20 Figur 1 eine Ausführungsform eines Softwaresystems zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;  
und

25 Figur 2 ein schematisiertes Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30 In Figur 1 ist ein Softwaresystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Das Softwaresystem weist mehrere implementierungsunabhängige Konfigurationsdateien 1 auf. Jeder Konfigurationsdatei 1 ist ein Dateiname zugeordnet. Die in Figur 1 dargestellten  
35 implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien tragen

beispielsweise die Dateinamen conf\_1.xml, conf\_2.xml, conf\_3.xml bis conf\_n.xml. Die Dateiendung .xml weist darauf hin, dass die implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 in einem XML-basierten Format vorliegen. Eine in einem XML-basierten Format vorliegende Text-Datei ermöglicht es, die Text-Datei nach vorgebbaren Regeln zu strukturieren. Eine derartig strukturierte Text-Datei kann besonders gut manuell und maschinell gelesen und verarbeitet werden.

10 Die implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 werden einem Script 2 zugeführt. Das Script 2 ist beispielsweise als sogenanntes Perl-Script ausgebildet. Perl ist eine Interpretersprache, deren Syntax auf der 15 Programmiersprache C basiert und die von dem jeweiligen Betriebssystem zur Verfügung gestellte Dienstprogramme verwendet.

20 Mittels des Scripts 2 werden die implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 gelesen und die darin abgelegten Informationen extrahiert und in einem Konfigurationsdatencontainer 3 abgelegt. Gleichzeitig werden auch eventuell vorhandene 25 Abhängigkeiten zu den weiteren Konfigurationsscripten 4 bestimmt und abgelegt.

Mit dem Bezugszeichen 4 sind weitere Konfigurationsscripte dargestellt. Diese sind ebenfalls als Pearl-Scripte ausgebildet. Es ist ebenso vorstellbar, dass eines oder 30 mehrere der weiteren Konfigurationsscripte 4 ein ausführbares Computerprogramm (Maschinencode) ist oder in einer anderen Scriptssprache, beispielsweise AWK, vorliegt.

Mit dem Bezugszeichen 5 sind implementierungsabhängige 35 Konfigurationsdateien bezeichnet. Die

implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 sind beispielsweise in der Programmiersprache codiert, in der auch der zu konfigurierende Source-Code programmiert ist. Derartige implementierungsabhängige Konfigurationsdateien 5 können von einem Compiler 6 verarbeitet werden.

Mit dem Bezugszeichen 7 ist ein Computerprogramm dargestellt, das mehrere Funktionseinheiten 8 aufweist.

10 Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Softwaresystems wird anhand des in Figur 2 dargestellten Ablaufdiagramms beschrieben.

Das in Figur 2 dargestellte Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Konfiguration eines Computerprogramms startet in einem Schritt 100. In einem Schritt 101 werden implementierungsunabhängige Konfigurationsdateien 1 erstellt beziehungsweise geändert. Die implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass es möglich ist, mittels der dort abgelegten Informationen konkrete Konfigurationswerte beziehungsweise Konfigurationsparameter abstrakt zu beschreiben. Konkrete Konfigurationswerte können beispielsweise den Messbereich eines Sensormoduls zur Messung einer elektrischen Spannung bestimmen.

25 Beispielsweise ist es möglich, einen Messbereich abstrakt mit den Werten 3 - 5 Volt anzugeben. Die daraus zu erzeugenden, implementierungsabhängigen Werte des Messbereichs so, wie es die zu konfigurierende Funktionseinheit 8 erwartet, können jedoch beispielsweise zwischen 10.000 und 20.000 liegen. Eine das Sensormodul steuernde Funktionseinheit 8 des Computerprogramm müsste in diesem Fall beispielsweise mittels der konkreten Konfigurationswerte 10.000 und 20.000 konfiguriert werden ,

um eine Messung in einem Messbereich von 3 - 5 Volt zu ermöglichen.

Die in dem Schritt 101 erstellten beziehungsweise geänderten implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 sind beispielsweise in einem XML-basierten Format erstellt. Ein derartiges Format ermöglicht es besonders gut, eine übersichtliche Strukturierung der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 zu erreichen. Dies erhöht die Lesbarkeit der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 und vereinfacht die Änderung der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 beispielsweise dadurch dass zu ändernde Konfigurationsdaten schnell aufgefunden werden können. Es ist möglich, auch für ein besonders großes Computerprogramm, für dessen Konfiguration eine Vielzahl von Konfigurationsdaten notwendig sind, nur eine einzige implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei vorzusehen. Eine Strukturierung der in der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei 1 abgelegten Informationen kann dabei durch geeignete XML-Strukturen erreicht werden. Besonders vorteilhaft jedoch ist es, mehrere implementierungsunabhängige Konfigurationsdateien vorzusehen. Jede dieser implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 kann beispielsweise einer oder mehrerer Funktionseinheiten 8 zugeordnet sein. Dadurch ist es möglich, das Erstellen beziehungsweise Ändern der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien besonders übersichtlich durchzuführen. Des Weiteren wird dadurch eine Wiederverwendbarkeit einzelner implementierungsunabhängiger Konfigurationsdateien erhöht. Dies ist insbesondere für Projekte vorteilhaft, bei denen auch einzelne Funktionseinheiten 8 des Source-Codes wiederverwendet werden sollen.

In einem Schritt 102 wird der Konfigurationsdatencontainer 3 aufgebaut, beziehungsweise aktualisiert. Dies geschieht durch Abarbeiten der in dem Script 2 aufgelisteten Anweisungen. Das Script 2 veranlasst zunächst, dass die 5 unabhängigen Konfigurationsdateien 1 eingelesen werden. Liegt den implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 ein strukturiertes Format, beispielsweise ein XML-basiertes Format zugrunde, so kann mittels des Scripts 2 besonders gut eine syntaktische 10 und/oder semantische Analyse des Inhalts der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 durchgeführt werden. Damit können beispielsweise Fehler bei der Angabe von Konfigurationsdaten erkannt werden. Vorzugsweise weist das XML-basierte Format der 15 implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 eine hierarchische Struktur auf, die sich vorteilhafterweise an der Struktur der Funktionseinheiten 8 selbst, deren Abhängigkeiten und/oder deren thematische Nähe orientiert. Mittels des Scripts 2 können Fehler beim Aufbau dieser 20 hierarchischen Struktur und damit auch beim Aufbau des Source-Codes selbst erkannt werden.

Vorteilhafterweise weist der Schritt 102 eine Behandlung der aufgefundenen Fehler auf. Dies kann beispielsweise 25 durch die Ausgabe von Fehlerinformationen geschehen. Es ist ebenso vorstellbar, dass stochastische Verfahren zur Beseitigung von Fehlern eingesetzt werden.

Das Script 2 extrahiert in dem Schritt 102 die in den 30 implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 vorhandenen Konfigurationsdaten und speichert diese in dem Konfigurationsdatencontainer 3 ab. Der Konfigurationsdatencontainer 3 kann dabei beispielsweise als Datenbank ausgebildet sein. Es ist ebenso vorstellbar, 35 dass der Konfigurationsdatencontainer 3 als in einem

Speicherbereich vorgehaltene Datenstruktur innerhalb des erfundungsgemäßen Softwaresystems realisiert ist, wobei gewährleistet ist, dass das Script 2 schreibenden und lesenden Zugriff auf die in dem

5 Konfigurationsdatencontainer 3 abgelegten Konfigurationsdaten hat.

In einem Schritt 103 werden Abhängigkeiten ermittelt. Eine derartige Abhängigkeit kann beispielsweise beschreiben, welche Funktionseinheiten 8 des Computerprogramms bei der vorliegenden Konfiguration tatsächlich abgearbeitet werden müssen. Mittels dieser Abhängigkeiten kann entschieden werden, ob in einem der folgenden Schritte für eine bestimmte Funktionseinheit 8 überhaupt eine

15 implementierungsabhängige Konfigurationsdatei erzeugt werden muss. Abhängigkeiten können ferner beschreiben, welche konkreten Konfigurationsdaten von welchen abstrakten Konfigurationsdaten abhängen. So ist es vorstellbar, dass die Änderung eines abstrakten Konfigurationsdatums in einer 20 implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei eine Änderung einer Mehrzahl von konkreten Konfigurationsdaten bewirkt.

Abhängigkeiten können sich auch ergeben, wenn die weiteren Scripte 4 ihrerseits den Konfigurationscontainer 3 verändern. Somit muss die richtige Aufrufreihenfolge (Aktivierungssequenz) der Scripte 4 ermittelt und abgelegt werden. Abhängigkeiten können auch Beziehungen zwischen einer oder mehrerer Hardwarekomponenten und einzelner 30 Konfigurationsdaten beschreiben. Dies ermöglicht es beispielsweise zu erkennen, ob eine vorgesehene Konfiguration auf einer bestimmten Hardware tatsächlich ablauffähig ist.

In einem Schritt 104 wird eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt. Dabei wird insbesondere anhand der in Schritt 103 ermittelten Abhängigkeiten überprüft, ob die mittels der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 vorgegebene Konfiguration Fehler aufweist. Ist dies der Fall, so wird in den Schritt 101 zurückverzweigt, in welchem eine Änderung der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien 1 mit dem Zwecke einer Fehlerbeseitigung durchgeführt wird. Werden in dem Schritt 104 keine Fehler erkannt, so wird zu einem Schritt 105 verzweigt.

In dem Schritt 105 werden die implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 erzeugt. Dazu werden mittels eines Scripts 4 oder einer Mehrzahl von Scripten 4 zunächst die in dem Konfigurationsdatencontainer 3 abgelegten Konfigurationsdaten abgerufen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Scripte 4 als Pearl-Scripte ausgebildet. Mittels der Scripte 4 werden insbesondere in dem Konfigurationsdatencontainer 3 abgelegte abstrakte Konfigurationsdaten in konkrete Konfigurationsdaten umgewandelt, die dann in den implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 abgelegt werden. Vorzugsweise werden dabei auch die in dem Schritt 103 ermittelten Abhängigkeiten verwendet.

Die in dem Schritt 105 erzeugten implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 können beispielsweise Header-Dateien (file\_.h, file\_2.h, file\_3.h in Figur 1) sein. Ebenso können die erzeugten implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 auch Source-Code enthalten (file\_2.c, file\_k.c in Figur 1). Typischerweise sind die von den Scripten 4 aus den abstrakten Konfigurationsdaten erzeugten konkreten Konfigurationsdaten durch Wertzuweisungen für Variablen und/oder Funktionsparameter

sowie als Anweisungen in einer Programmiersprache realisiert. Dabei entspricht die Programmiersprache der Programmiersprache, in der die Funktionseinheiten 8 des Computerprogramms 7 codiert sind. Sind die

5 Funktionseinheiten 8 des Computerprogramm 7 beispielsweise in der Programmiersprache C<sup>++</sup> codiert, so können die konkreten Konfigurationsdaten beispielsweise durch sogenannte #Define-Anweisungen oder durch die Definition konstanter Variablen realisiert werden. Mittels der Scripte 10 4 ist es auch möglich, in Abhängigkeit der in dem Konfigurationsdatencontainer 3 abgespeicherten Konfigurationsdaten Funktionen zu erzeugen, die komplexe Aufgaben - wie beispielsweise die Initialisierung von Hardwarekomponenten oder die Prüfung auf das Vorhandensein 15 einzelner Softwarekomponenten oder Hardwarekomponenten - übernehmen und selbst als Source-Code in einer höheren Programmiersprache realisiert sind. Dieser Source-Code kann dann in einer oder mehreren implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien (file\_2.c, file\_k.c in Figur 1) 20 abgelegt werden. Dazu kann ein Script 4 beispielsweise ein sogenanntes Template enthalten, das beispielsweise aus Anweisungen in C++ besteht, die in Abhängigkeit der in dem Konfigurationsdatencontainer 3 abgespeicherten Konfigurationsdaten aktualisiert werden und in einer 25 implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei 5 abgelegt werden.

In einem Schritt 107 werden die Funktionseinheiten 8 des Computerprogramms 7 aktualisiert. Dies kann beispielsweise 30 durch den automatischen Aufruf eines Compilers 6 geschehen, der die in einem Source-Code vorliegenden Funktionseinheiten 8 in einen Maschinencode übersetzt. Dazu liest der Compiler 6 die implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 ein und steuert die Erzeugung des 35 Maschinencodes in Abhängigkeit der in den

implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5  
abgelegten konkreten Konfigurationsdaten. Es ist auch  
vorstellbar, dass eine oder mehrere Funktionseinheiten 8  
bereits in Maschinencode vorliegen. In diesem Fall kann der  
5 Compiler beispielsweise den von den Scripten 4 erzeugten  
Source-Code (file\_2c, file\_kc in Figur 1) unter  
Berücksichtigung der Header-Dateien (file\_1.h, file\_2.h,  
file\_3.h) in Maschinencode übersetzen und den so  
übersetzten Maschinencode mittels eines dem Compiler 6  
10 zugeordneten sogenannten Linkers mit dem die  
Funktionseinheiten 8 repräsentierenden Maschinencode  
verbinden.

In einem Schritt 108 endet das Verfahren. In diesem Schritt  
15 ist das Computerprogramm 7 derart konfiguriert, dass die in  
den implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien  
abgelegten konkreten Konfigurationsdaten in dem erzeugten  
Maschinencode berücksichtigt werden.

20 Selbstverständlich ist es möglich, dass das Script 2  
und/oder die Scripte 4 in einer anderen Scriptsprache  
geschrieben sind oder als ausführbare Programme  
ausgestaltet sind.

25 Die in Figur 2 dargestellten Ausführungsschritte können  
selbstverständlich variieren und die Reihenfolge der  
Abarbeitung kann teilweise verändert werden. So ist es  
vorstellbar, dass die Plausibilitätsprüfung 104 durch eines  
oder mehrere der Scripte 4 durchgeführt wird.

30 Das Verfahren kann insbesondere auch von einer oder  
mehreren implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien  
ausgehen, ein oder mehrere Scripte 2 aufweisen, die  
beispielsweise hintereinander ausgeführt werden, ein oder  
35 mehrere Scripte 4 aufweisen, die jeweils ein oder mehrere

implementierungsabhängige Konfigurationsdateien 5 erzeugen und selbstverständlich kann das Computerprogramm 7 ein oder mehrere Funktionseinheiten 8 aufweisen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es insbesondere möglich zu erkennen, ob eine oder mehrere der Funktionseinheiten 8 bei 5 der durch die implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien vorgegebenen Konfiguration tatsächlich zur Anwendung kommen. Ist dies nicht der Fall, kann dies durch ein dem Konfigurationsdatencontainer 3 zugeordnetes, nicht dargestelltes Softwaretool erkannt werden. Dies ermöglicht es, dass eine derartige 10 Funktionseinheit 8 nicht konfiguriert wird und mittels der implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 der Compiler 6 veranlasst wird, die Funktionseinheit 8 nicht mit in den zu erzeugenden Maschinencode zu übernehmen. 15 Dadurch kann das erfindungsgemäße Verfahren besonders schnell durchgeführt werden. Der von einem Computerprogramm, das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert wurde, erzeugte Maschinencode kann dabei besonders kompakt sein und somit Speicherplatz 20 einsparen.

Es ist möglich, dass das Script 2 selbst bereits die Erzeugung einer oder einer Mehrzahl von 25 implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien 5 veranlasst. Dadurch kann das erfindungsgemäße Verfahren besonders schnell durchgeführt werden. Dies kann beispielsweise vorteilhaft für abstrakte Konfigurationsdaten sein, die keine Abhängigkeiten 30 aufweisen und sich von den konkreten Konfigurationsdaten unterscheiden.

5 20.01.2004 WRZ/AKR/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Konfiguration mindestens einer Funktionseinheit umfassenden Computerprogramms, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

15 - Erstellen mindestens einer implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei (1) und/oder Änderung von in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei (1) abgelegten Informationen;

20 - Automatischer Aufbau und/oder automatische Aktualisierung von in einem Konfigurationsdatencontainer (3) abgelegten Konfigurationsdaten in Abhängigkeit von den in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei (1) abgelegten Informationen;

25 - Automatisches Erzeugen mindestens einer implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei (5) in Abhängigkeit von den in dem Konfigurationsdatencontainer (3) abgespeicherten Konfigurationsdaten;

30 - Automatische Konfiguration der mindestens einen Funktionseinheit in Abhängigkeit von in der

mindestens einen implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Abhängigkeitsinformation automatisch 5 erzeugt wird, die eine Abhängigkeit von mindestens zwei in dem Konfigurationsdatencontainer vorliegenden Konfigurationsdaten beschreibt, und dass die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei in Abhängigkeit der mindestens einen Abhängigkeitsinformation erzeugt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Computerprogramm mehrere Funktionseinheiten aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere implementierungsunabhängige Konfigurationsdateien erstellt 15 werden und jede der implementierungsunabhängigen Konfigurationsdateien mindestens einer Funktionseinheit zugeordnet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Computerprogramm mehrere Funktionseinheiten 20 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere implementierungsabhängige Konfigurationsdateien erzeugt werden und jede der implementierungsabhängigen Konfigurationsdateien mindestens einer Funktionseinheit zugeordnet wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von mindestens einer Eigenschaft einer Hardware, auf der eine Installation zumindest eines Teils 30 des konfigurierten Computerprogramms ermöglicht werden soll, erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine implementierungsabhängige Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von dem Ergebnis einer Plausibilitätsprüfung 5 erzeugt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung der Plausibilitätsprüfung die mindestens eine Hardware-Eigenschaft verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass automatisch eine Dokumentation erstellt wird und die Dokumentation die innerhalb der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei und/oder der mindestens einen 15 implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen beschreibt.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei in einem 20 XML-basierten Format erstellt wird.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von den Konfigurationsdaten automatisch ermittelt wird, ob eine von dem Computerprogramm umfasste Funktionseinheit von dem 25 Computerprogramm benötigt wird und eine Konfiguration dieser Funktionseinheit nur durchgeführt wird, falls die Funktionseinheit von dem Computerprogramm benötigt wird.
11. Softwaresystem zur Konfiguration eines mindestens eine Funktionseinheit umfassenden Computerprogramms, dadurch 30 gekennzeichnet, dass das Softwaresystem aufweist:

- mindestens eine implementierungsunabhängige Konfigurationsdatei;
- einen Konfigurationsdaten umfassenden Konfigurationsdatencontainer und/oder Mittel zum Erstellen eines Konfigurationsdatencontainers in Abhängigkeit von in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- Mittel zum Ändern und/oder Auslesen von Konfigurationsdaten aus dem Konfigurationsdatencontainer;
- Mittel zum automatischen Erzeugen mindestens einer implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von in dem Konfigurationsdatencontainer abgespeicherten Konfigurationsdaten; und
- Mittel zum automatischen Konfigurieren der mindestens einen Funktionseinheit in Abhängigkeit von in der implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen.

12. Softwaresystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Softwaresystem Mittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 11 aufweist.

25 13. Softwaresystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Softwaresystem auf einem Speichermedium abgespeichert wird.

14. Softwaresystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Softwaresystem auf einem Random-

Access-Memory, auf einem Read-Only-Memory oder auf einem Flash-Memory abgespeichert ist.

15. Softwaresystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Softwaresystem auf einer Digital Versatile Disk (DVD), einer Compact Disc (CD) oder auf einer Festplatte (Hard Disc) abgespeichert ist.

16. Rechengerät, insbesondere Steuergerät, das einen Mikroprozessor aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rechengerät zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 programmiert ist.

20.01.2004 WRZ/AKR/GGA

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zur Konfiguration eines Computerprogramms

10

## Zusammenfassung

Um ein mindestens eine Funktionseinheit umfassendes Computerprogramm besonders einfach und flexibel zu konfigurieren wird ein Verfahren vorgeschlagen, das die folgenden Schritte umfasst:

- Erstellen mindestens einer implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei und/oder Änderung von in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- Automatischer Aufbau und/oder automatische Aktualisierung von in einem Konfigurationsdatencontainer abgelegten Konfigurationsdaten in Abhängigkeit von den in der mindestens einen implementierungsunabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen;
- Automatisches Erzeugen mindestens einer implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei in Abhängigkeit von den in dem Konfigurationsdatencontainer abgespeicherten Konfigurationsdaten;
- Automatische Konfiguration der mindestens einen Funktionseinheit in Abhängigkeit von in der mindestens einen implementierungsabhängigen Konfigurationsdatei abgelegten Informationen. Figur 1

35

1/2

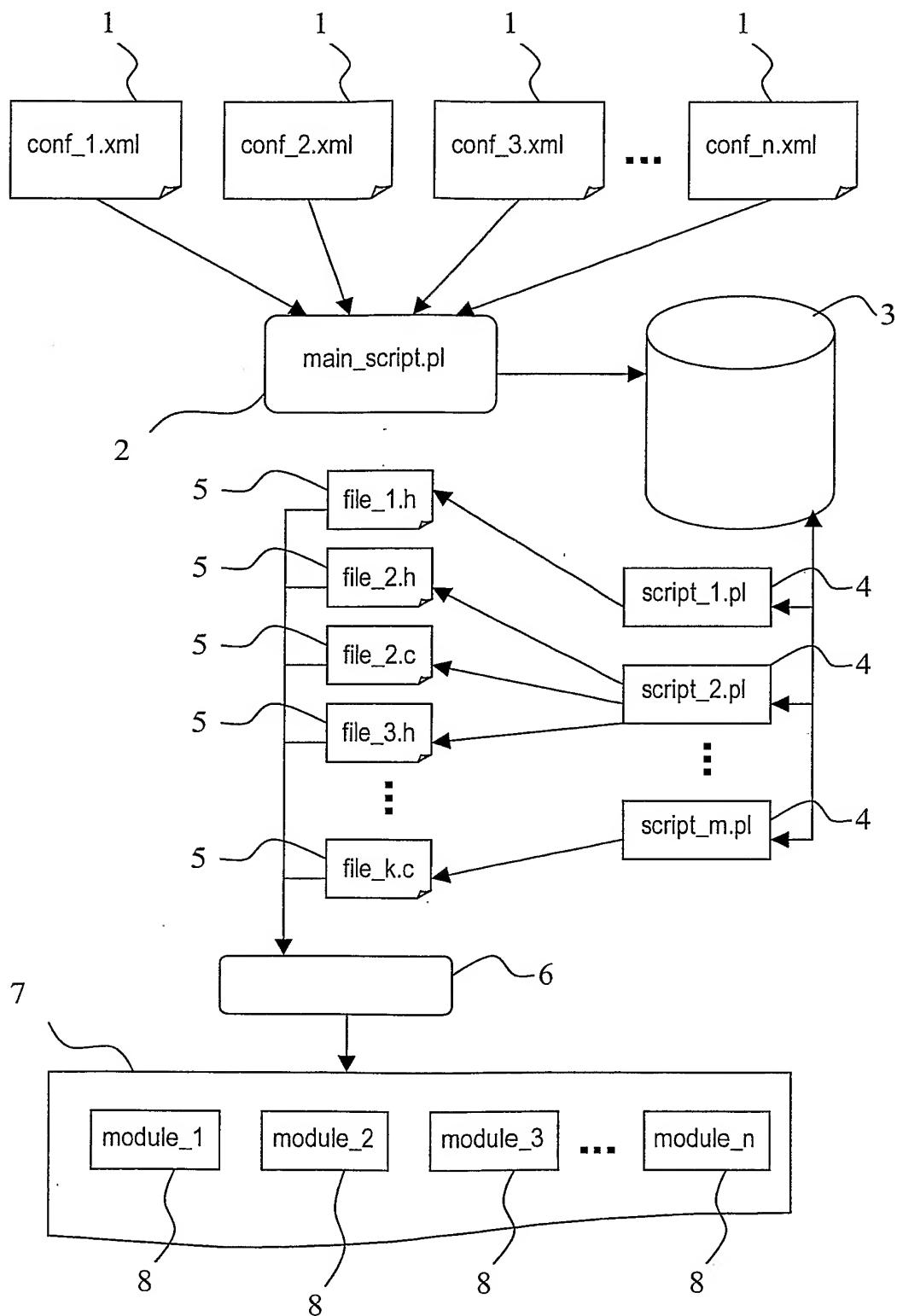


Fig. 1

2/2

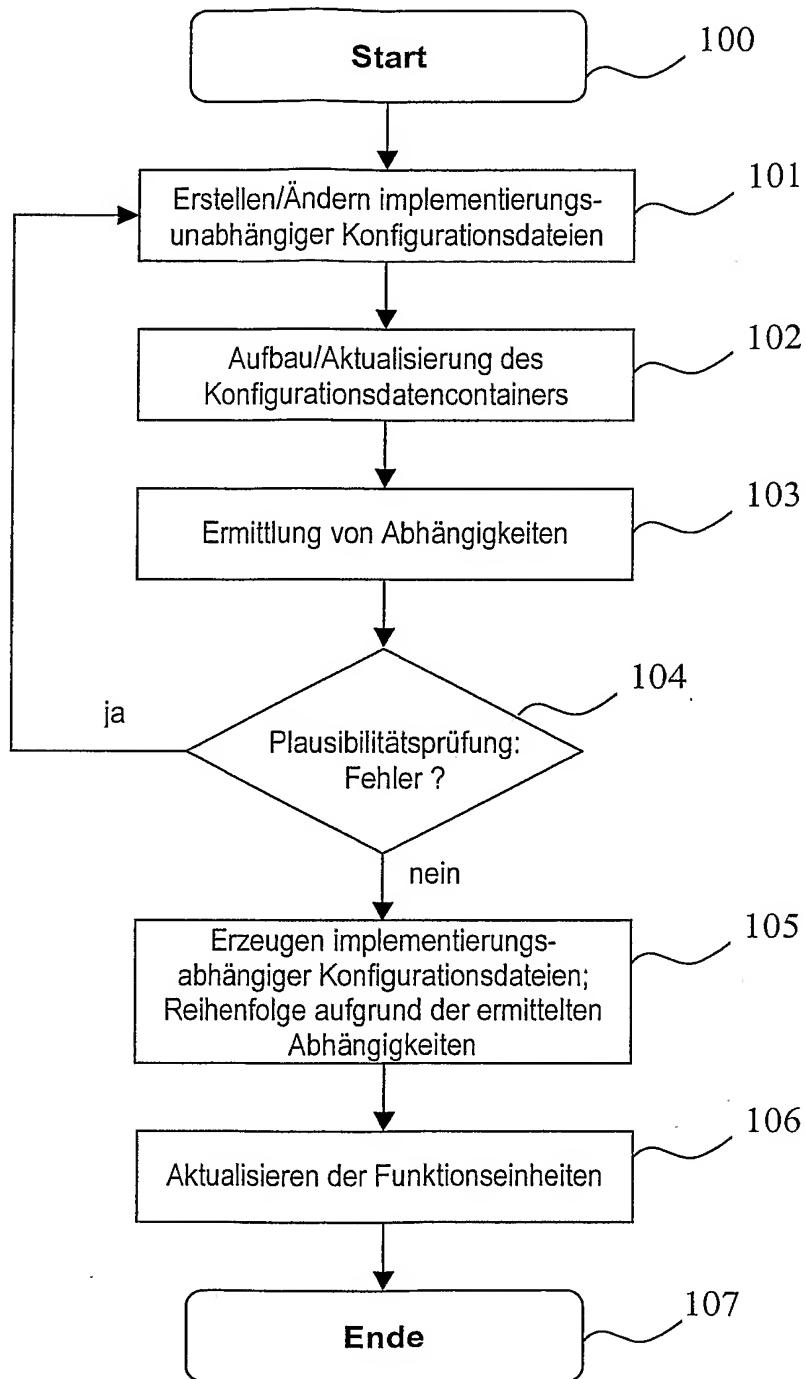


Fig. 2